

## 書誌

- 
- (19)【発行国】日本国特許庁 (J P)  
(12)【公報種別】公開特許公報 (A)  
(11)【公開番号】特開2001-237650 (P 2001-237650 A)  
(43)【公開日】平成13年8月31日 (2001. 8. 31)  
(54)【発明の名称】利得可変型増幅器  
(51)【国際特許分類第7版】

H03F 1/30  
H03G 3/10

### 【F I】

H03F 1/30 A  
H03G 3/10 D

【審査請求】未請求

【請求項の数】5

【出願形態】O L

【全頁数】6

- (21)【出願番号】特願2000-45340 (P 2000-45340)

- (22)【出願日】平成12年2月23日 (2000. 2. 23)

- (71)【出願人】

【識別番号】000191238

【氏名又は名称】新日本無線株式会社

【住所又は居所】東京都中央区日本橋横山町3番10号

- (72)【発明者】

【氏名】林 浩二

【住所又は居所】埼玉県上福岡市福岡二丁目1番1号

新日本無線株式会社川越製作所内

- (74)【代理人】

【識別番号】100099818

【弁理士】

【氏名又は名称】安孫子 勉

【テーマコード(参考)】

5J090

5J100

【Fターム(参考)】

5J090 AA04 CA02 CA81 CN02 FA08 FA10 FN06 HA11 HA13 HA19 HA25 HA29 HA33  
KA12 SA13 TA01 TA04

5J100 AA18 BA01 BB02 BB03 BB04 BC02 CA01 CA03 EA02

## 要約

- 
- (57)【要約】

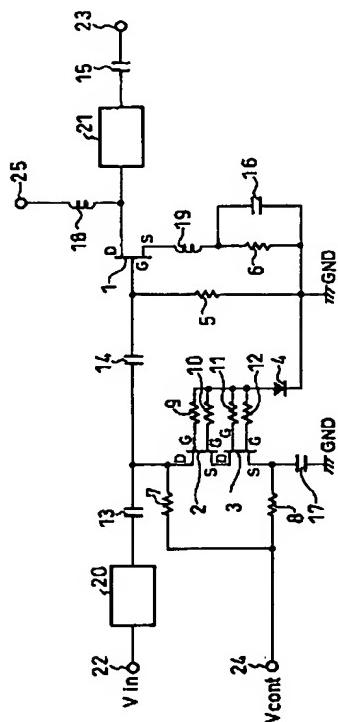
【課題】

周囲温度の変化による利得可変時の増幅利得の変動がなく、安定した増幅利得特

性を得る。

### 【解決手段】

周囲温度が変化して第1及び第2の信号減衰用FET2, 3のいわゆるチャンネル抵抗の変化による動作状態の変化が生じても、ゲート側に設けられたダイオード4の温度特性によりその動作状態の変化が補償され、その結果、周囲温度の変化による信号增幅用FET1の動作状態の変化が第1及び第2の信号減衰用FET2, 3の動作により補償され、利得可変時の增幅利得の温度変化が抑圧され、安定した動作を得ることができるものとなっている。



## 請求の範囲

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

外部から印加される入力信号を増幅する信号増幅用 F E T と、外部から印加される利得制御電圧に応じて前記入力信号に対して減衰を与えるよう設けられた第1及び第2の信号減衰用 F E T とを具備してなる利得可変型増幅器であって、前記信号増幅用 F E T のゲートには、第1及び第2の入力カップリングコンデンサが接続され、これら第1及び第2の入力カップリングコンデンサを介して前記入力信号が印加され、前記第1及び第2の入力カップリングコンデンサの相互の接続点とアースとの間には、前記相互の接続点側から順に前記第1及び第2の信号減衰用 F E T とバイパスコンデンサが直列接続され、前記第1の信号減衰用 F E T

のドレインと前記第2の信号減衰用FETのソースは、それぞれバイアス抵抗器を介して前記利得制御電圧が印加され、前記第1及び第2の信号減衰用FETのゲートは、それぞれゲート入力抵抗器を介して共にダイオードのアノードに接続され、当該ダイオードのカソードはアースに接続される一方、前記信号増幅用FETのドレインから増幅信号が得られるよう構成されてなることを特徴とする利得可変型増幅器。

【請求項2】

第1及び第2の信号減衰用FETは、デュアルゲートFETであることを特徴とする請求項1記載の利得可変型増幅器。

【請求項3】

信号増幅用FETと第1及び第2の信号減衰用FETは、MESFETであることを特徴とする請求項1又は請求項2記載の利得可変型増幅器。

【請求項4】

信号増幅用FETと第1及び第2の信号減衰用FETは、JFETであることを特徴とする請求項1の利得可変型増幅器。

【請求項5】

信号増幅用FETと第1及び第2の信号減衰用FETは、GaaSFETであることを特徴とする請求項1の利得可変型増幅器。

## 詳細な説明

---

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、利得可変型の増幅器に係り、特に、移動体通信機器等において用いられる高周波増幅を行う利得可変型増幅器における温度特性の改善を図ったものに関する。

【0002】

【従来の技術】従来、この種の増幅器としては、例えば、特開平7-38352号公報に開示されたようなものが公知・周知となっている。図3には、上記公報に開示された増幅器の回路構成が示されており、以下、同図を参照しつつこの増幅器について説明する。この増幅器は、信号増幅用MESFET(Metal Semiconductor Field

EffectTransistor)31と、この信号増幅用MESFET31の増幅利得を制御するための信号減衰用MESFET32とを有しており、信号増幅用MESFET31のゲートには、入力信号Vinが入力用結合コンデンサ33を介して印加されるようになっているものである。また、この信号増幅用MESFET31のゲートには、信号減衰用MESFET32のドレインが接続されており、この信号減衰用MESFET32のソースは、バイパスコンデンサ34を介してアースに接続される一方、ゲートは、ゲート抵抗器35を介してアースに接続されたものとなっている。さらに、信号減衰用MESFET32のドレインとソースとの間には、バイアス抵抗器36が接続されており、信号減衰用MESFET32のソース

には、利得制御電圧  $V_{cont}$  が印加されるようになっている。そして、信号増幅用 MESFET 3 1 の增幅利得は、利得制御電圧  $V_{cont}$  に応じた信号減衰用 MESFET 3 2 の動作によって可変されるようになっている。

【0003】すなわち、例えば、信号増幅用 MESFET 3 1 及び信号減衰用 MESFET 3 2 のピンチオフ電圧を  $V_p$ 、信号増幅用 MESFET 3 1 のソース電位を  $V_s$  として、利得制御電圧  $V_{cont}$  の大きさとの関係による利得変化について説明すれば、次述するようなものである。まず、入力信号が大きい場合、利得制御電圧  $V_{cont}$  が次のような条件を満たすようにバイアス設定する。

【0004】

$V_{cont} \leq -V_p$ 、かつ、 $V_{cont} - V_s = V_p$  【0005】かかる条件の下では、信号減衰用 MESFET

がオン状態となり、入力信号がアース側へ流通されることとなり、そのため、信号増幅用 MESFET 3 1 に入力される信号が減衰されることになり、信号増幅用 MESFET 3 1 は、ピンチオフ電圧  $V_p$  付近で動作するために利得の低下が生ずるものとなる。一方、入力信号が小さい場合には、下記するようにバイアス設定を行う。

【0006】

$V_{cont} \geq -V_p$ 、かつ、 $V_{cont} - V_s > V_p$  【0007】かかるバイアス設定により、信号減衰用 MESFET 3 2 はオフ状態となる。このため、信号増幅用 MESFET 3 1 への入力信号は減衰されず、信号増幅用 MESFET 3 1 は適切な動作点にバイアスされることとなるため、通常の増幅器と変わらない動作状態となる。このように、図3に示された増幅器は、利得制御電圧  $V_{cont}$  を適宜調整することで、增幅利得が可変できるものとなっている。

【0008】ところで、MESFET は、その周囲温度が低温となるといわゆるチャンネル抵抗が低下するため、先の信号増幅用 MESFET 3 1 においては、相互コンダクタンスが増加して、增幅利得が増えることとなる。一方、信号減衰用 MESFET 3 2 について見れば、減衰量の温度変動は一定ではなく、利得制御電圧の大きさによって、変わり得るものである。例えば、利得制御電圧を印加して、信号減衰用 MESFET 3 2 のいわゆるチャンネルを完全なオン状態又はオフ状態にした場合、ゲート・ドレイン間電圧  $V_{GD}$  及びゲート・ソース間電圧  $V_{GS}$  の温度変化が生じてもこのことによるチャンネル状態は変化しないため、結局、周囲温度が低下するとチャンネル抵抗が低下し、信号減衰用 MESFET 3 2 による入力信号に対する減衰量が増すこととなるため、信号増幅用 MESFET 3 1 におけるチャンネル抵抗の低下に伴う增幅利得の変化が補償されることとなる。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、利得制御電圧を、信号減衰用 MESFET 3 2 のチャンネル状態がオンからオフへ移行するいわば変曲点に設定した場合において、周囲温度が低温となった場合、チャンネル抵抗の低下による信号減衰用 MESFET 3 2 における減衰量の増加よりも、低温でのゲート・ドレイン間電圧  $V_{GD}$  及びゲート・ソース間電圧  $V_{GS}$  の温度変化、すなわち具体的

には、ゲート・ドレイン間電圧 $V_{GD}$ 及びゲート・ソース間電圧 $V_{GS}$ の上昇による減衰量の低下の方が支配的となる。したがって、上述したような従来の増幅器においては、周囲温度が変化した場合において、利得制御電圧が特に、0.6乃至1.2vの範囲では、例えば、図4に一例が示されたように、增幅利得は温度によって大きく変動するものとなり、安定した増幅特性が得られないという問題があった。なお、図4においては、-40°Cにおける温度特性が、正方形を所定の間隔で付した実線により、25°Cにおける温度特性が、点線により、85°Cにおける温度特性が、実線によりそれぞれ表されている。本発明は、上記実情に鑑みてなされたもので、利得可変時の増幅利得の周囲温度の変化に伴う変動がなく、安定した増幅利得特性を得ることのできる利得可変型増幅器を提供するものである。

#### 【0010】

【課題を解決するための手段】上記発明の目的を達成するため、本発明に係る利得可変型増幅器は、外部から印加される入力信号を増幅する信号増幅用FETと、外部から印加される利得制御電圧に応じて前記入力信号に対して減衰を与えるよう設けられた第1及び第2の信号減衰用FETとを具備してなる利得可変型増幅器であつて、前記信号増幅用FETのゲートには、第1及び第2の入力カップリングコンデンサが接続され、これら第1及び第2の入力カップリングコンデンサを介して前記入力信号が印加され、前記第1及び第2の入力カップリングコンデンサの相互の接続点とアースとの間には、前記相互の接続点側から順に前記第1及び第2の信号減衰用FETとバイパスコンデンサが直列接続され、前記第1の信号減衰用FETのドレインと前記第2の信号減衰用FETのソースは、それぞれバイアス抵抗器を介して前記利得制御電圧が印加され、前記第1及び第2の信号減衰用FETのゲートは、それぞれゲート入力抵抗器を介して共にダイオードのアノードに接続され、当該ダイオードのカソードはアースに接続される一方、前記信号増幅用FETのドレインから増幅信号が得られるよう構成されてなるものである。

【0011】かかる構成においては、第1及び第2の信号減衰用FETのゲート側にダイオードを接続することで、周囲温度の変化に伴う第1及び第2の信号減衰用FETによる減衰動作の変動が信号増幅用FETの周囲温度による利得変動を補償するため、周囲温度の変化による利得変動の少ない利得可変型増幅器を提供することができるところとなるものである。

【0012】特に、上記構成において、前記第1及び第2の信号減衰用FETとバイパスコンデンサの直列接続部分は、具体的には、第1の信号減衰用FETのドレインは、第1及び第2の入力カップリングコンデンサの相互の接続点に、前記第1の信号減衰用FETのソースは、前記第2の信号減衰用FETのドレインに、前記第2の信号減衰用FETのソースは、前記バイパスコンデンサを介してアースに接続されてなるものが好適である。

#### 【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について、図1及び図2を参照しつつ説明する。なお、以下に説明する部材、配置等は本発明を限定するもので

はなく、本発明の趣旨の範囲内で種々改変することができるものである。最初に、この発明の実施の形態における利得可変型増幅器の回路構成について、図1を参照しつつ説明する。この利得可変型増幅器は、信号増幅用FET(Field Effect Transistor)1と、第1及び第2の信号減衰用FET2, 3とを主たる構成要素としてなり、外部から印加される入力信号Vinが、信号増幅用FET1により増幅を受けて出力される一方、第1及び第2の信号減衰用FET2, 3により信号増幅用FET1の增幅利得が制御されるよう構成されてなるものである（詳細な動作については後述）。

【0014】信号増幅用FET1は、例えば、MESFET(Metal Semiconductor Field Effect

Transistor)が好適であり、そのゲートには、信号印加端子22に外部から印加される入力信号Vinが、この信号印加端子22とゲートの間に直列接続されて設けられた入力整合回路20、第1及び第2の入力カップリングコンデンサ13, 14を介して印加されるようになっていると共に、ゲートとアースとの間には、ゲートアース用抵抗器5が接続されている。なお、この発明の実施の形態において、信号増幅用FET1は、nチャンネル・ディプレッション型のMESFETである。また、信号増幅用FET1のドレインは、チョークコイル18を介してドレイン電圧端子25に接続されると共に、出力整合回路21の入力段に接続されており、出力整合回路21の出力段は、出力カップリングコンデンサ15を介して信号出力端子23に接続されている。さらに、信号増幅用FET1のソースとアースとの間には、ソース側からソース用コイル19及び自己バイアス抵抗器6が直列接続されると共に、ソース用コイル19と自己バイアス抵抗器6の相互の接続点とアースとの間には、ソース用コンデンサ16が接続されている。

【0015】一方、第1及び第2の信号減衰用FET2, 3も、例えば信号増幅用FET1の場合と同様に、MESFETを用いるのが好適であり、特に、この構成例においては、nチャンネル・デプレッション型のいわゆるデュアルゲートを有してなるMESFETを用いたものとなっている。これら第1及び第2の信号減衰用FET2, 3は、第1及び第2の入力カップリングコンデンサ13, 14の相互の接続点とアースとの間に、バイパスコンデンサ17と共に直列接続されたものとなっている。なお、以下の説明においては、信号増幅用FET1, 第1及び第2の信号減衰用FET2, 3のいずれもMESFETが用いられたものとする。すなわち、第1の信号減衰用FET2は、そのドレインが、第1及び第2の入力カップリングコンデンサ13, 14の相互の接続点に接続される一方、ソースは、第2の信号減衰用FET3のドレインと接続され、この第2の信号減衰用FET3のソースとアースとの間にバイパスコンデンサ17が接続されている。また、第1の信号減衰用FET2のドレインは、第1のバイアス抵抗器7を介して、第2の信号減衰用FET3のソースは、第2のバイアス抵抗器8を介して、共に利得制御電圧端子24に接続されており、外部からの利得制御電圧Vcontがそれぞれ印加されるようになっている。

【0016】さらに、第1の信号減衰用FET2の2つのゲートは、第1及び第2のゲート入力抵抗器9, 10をそれぞれ介して、また、第2の信号減衰用FET

T 3 の 2 つのゲートは、第 3 及び第 4 のゲート入力抵抗器 1 1, 1 2 をそれぞれ介して、共にダイオード 4 のアノードに接続されており、このダイオード 4 のカソードはアースに接続されたものとなっている。

【0017】次に、上記構成における動作について説明する。まず、信号印加端子 2 2 に印加された入力信号  $V_{in}$  は、入力整合回路 2 0、第 1 及び第 2 の入力カッピングコンデンサ 1 3, 1 4 を介して信号増幅用 FET 1 のゲートに入力され、この信号増幅用 FET 1 によって増幅されて、出力整合回路 2 1 及び出力カッピングコンデンサ 1 5 を介して信号出力端子 2 3 から出力されるようになっている。ここで、信号増幅用 FET 1 における增幅利得は、利得制御電圧端子 2 4 に印加された利得制御電圧に応じた第 1 及び第 2 の信号減衰用 FET 2, 3 による入力信号に対する減衰動作によって制御されるようになっている。すなわち、まず、利得制御電圧  $V_{cont}$  が利得制御電圧端子 2 4 に印加されると、第 1 及び第 2 の信号減衰用 FET 2, 3 のゲート・ドレイン間電圧  $V_{GD}$  及びゲート・ソース間電圧  $V_{GS}$  は、ダイオード 4 によりレベルシフトされるため、それぞれの電圧値は下がるが、MESFET の場合、そのゲートには微少な電流しか流れないため、実際にレベルシフトされる電圧値は僅かなものとなる。

【0018】かかる状態において、この利得可変型増幅器の周囲温度が変化し、その状況の中で利得制御電圧を変えて利得を調整しようとした場合において、例えば周囲温度が比較的低温となった際に、一般にダイオード 4 の順方向電圧は、常温時に比して上昇するため、MESFET を用いた第 1 及び第 2 の信号減衰用 FET 2, 3 のゲート・ドレイン間電圧  $V_{GD}$  及びゲート・ソース間電圧  $V_{GS}$  は、常温時に比して低下することとなる。そのため、第 1 及び第 2 の信号減衰用 FET 2, 3 を介しての入力信号のアース側への流れ込み量が常温時に比して増加するため、信号増幅用 FET 1 における增幅利得が引き下げられることになる。一方、逆に周囲温度が高温の場合には、ダイオード 4 の順方向電圧は低下するため、MESFET を用いた第 1 及び第 2 の信号減衰用 FET 2, 3 のゲート・ドレイン間電圧  $V_{GD}$  及びゲート・ソース間電圧  $V_{GS}$  は、常温時に比して高くなり、第 1 及び第 2 の信号減衰用 FET 2, 3 を介しての入力信号のアース側への流れ込み量が常温時に比して減少するため、信号増幅用 FET 1 における增幅利得が引き上げられることになる。

【0019】図2には、利得制御電圧の変化に対する利得変化の温度特性例が示されており、この温度特性例について説明すれば、まず、この温度特性例は、周囲温度が  $-40^{\circ}\text{C}$ 、 $25^{\circ}\text{C}$  及び  $85^{\circ}\text{C}$  での利得変化を示すもので、 $-40^{\circ}\text{C}$  における温度特性は、正方形を所定の間隔で付した実線により、 $25^{\circ}\text{C}$  における温度特性は、点線により、 $85^{\circ}\text{C}$  における温度特性は、実線によりそれぞれ表されている。この温度特性例では、特に、利得が比較的大きく変動する利得制御電圧が大凡  $0.6$  乃至  $1.2\text{ V}$  の範囲において、従来は、温度により利得が異なっていた（図4 参照）のに対して、いずれの周囲温度においても利得は殆ど差がないものとなっており、周囲温度の変化による利得変動が抑圧された利得可変型増幅器が実現されたものとなっていることが確認できる。

【0020】なお、上述した構成例においては、信号増幅用 FET 1, 第 1 及び

第2の信号減衰用FET 2, 3に、MESFETを用いるものとして説明したが、必ずしもMESFETである必要はなく、例えばJFET(Junction Field Effect Transistor)や、GaaSFETであってもよいものである。

### 【0021】

【発明の効果】以上、述べたように、本発明によれば、周囲温度の変化による信号增幅用FETの増幅利得の変化を、周囲温度の変化による信号減衰用FETの減衰動作の変化によって補償できるように構成することにより、周囲温度の変化による利得変動の少ない利得可変型增幅器を提供することができるという効果を奏するものである。

### 図の説明

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態における利得可変型増幅器の回路構成例を示す回路図である。

【図2】図1に示された利得可変型増幅器の周囲温度の変化に対する利得変化を示す特性線図である。

【図3】従来の利得可変型増幅器の一回路構成例を示す回路図である。

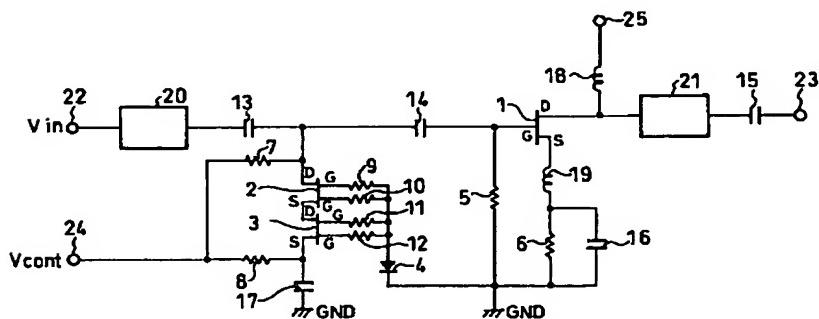
【図4】図3に示された利得可変型増幅器の周囲温度の変化に対する利得変化を示す特性線図である。

#### 【符号の説明】

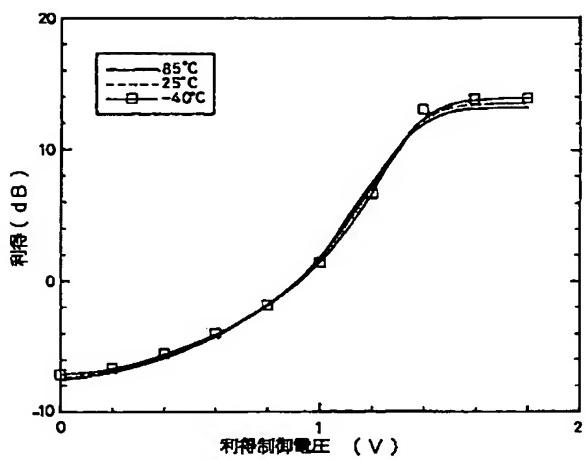
- 1 ...信号增幅用FET
- 2 ...第1の信号減衰用FET
- 3 ...第2の信号減衰用FET
- 4 ...ダイオード
- 7 ...第1のバイアス抵抗器
- 8 ...第2のバイアス抵抗器

### 図面

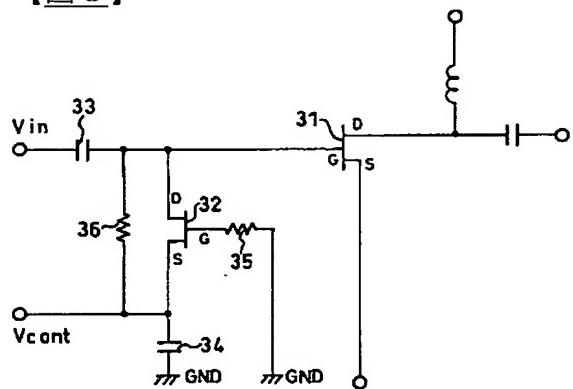
#### 【図1】



#### 【図2】



【図3】



【図4】

